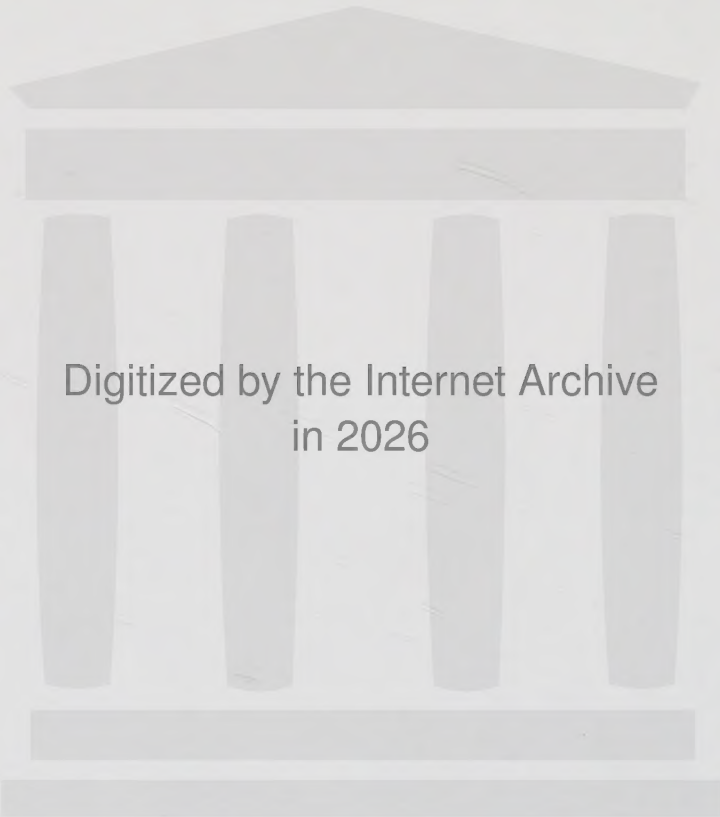


**Untersuchungen über die Biologie von
Amblyomma variegatum (Fabricius, 1794)
unter Laborbedingungen**

Roland Klima

1977



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Vergleichende Tropenmedizin und Para-
sitologie des Fachbereichs Tiermedizin der Universität
München

Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. J. Boch

Untersuchungen über die Biologie von Amblyomma variegatum
(Fabricius, 1794) unter Laborbedingungen



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Roland Klima
aus
Amstetten
München 1977

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Tiermedizin der Universität
München

Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent: Prof. Dr. Dr.h.c. J. Boch
Korreferent: Prof. Dr. J. Kalich

Tag der Promotion: 29. Juli 1977



Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Die Biologie von Amblyomma variegatum unter Feld- und Laborbedingungen (anhand der Lite- ratur)	2
III. Eigene Untersuchungen	
A. Material und Methoden	6
B. Ergebnisse	
1. Larven und Nymphen	11
2. Adulte	20
3. Die Embryonalentwicklung	24
4. Die Reproduktionskapazität	26
IV. Besprechung der Ergebnisse	28
V. Zusammenfassung und Summary	33
VI. Literaturverzeichnis	35
Lebenslauf	

I. Einleitung

Zecken beeinträchtigen die Leistung von Nutztieren in tropischen und subtropischen Ländern erheblich. Sie richten nicht allein durch Blutsaugen, sondern in viel größerem Ausmaß als Vektoren verschiedener Krankheitserreger Schaden an. Bekämpfungsmaßnahmen erfordern neben dem gezielten Einsatz von Akariziden auch genaue Kenntnisse der biologischen Ansprüche der Parasiten an ihre Umwelt und ihrer damit zusammenhängenden Verbreitungsfähigkeit.

Im Gegensatz zu anderen Vertretern der Gattung *Amblyomma* (Ixodoidea: Ixodidae), über die zum Teil umfassende Untersuchungen über die Gesamtzyklusdauer sowie über die Dauer der einzelnen Entwicklungsabschnitte unter bekannten Klimabedingungen vorliegen, sind die Kenntnisse über *Amblyomma variegatum* noch lückenhaft.

Daher erhielt ich die Aufgabe, den Lebenszyklus von *Amblyomma variegatum* unter verschiedenen Umweltbedingungen im Labor zu untersuchen und die Fragen nach Gesamtzyklusdauer, Dauer der einzelnen Metamorphosen, der Überlebensfähigkeit und der Reproduktionskapazität zu beantworten. Vergleichend sollte dabei auch der Einfluß verschiedener Wirte auf die Entwicklung der Zecke untersucht werden.

II. Die Biologie von Amblyomma variegatum unter Feld- und Laborbedingungen (anhand der Literatur)

Amblyomma variegatum ist eine dreiwirtige Schildzecke (Ixodoidea: Ixodidae). Die Larven befallen kleinere Säugetiere bis zur Größe von Hasen. Die Nymphen saugen auf Ziegen, Schafen, Antilopen, Rindern und Büffeln. Wirte der Adulten sind nahezu alle großen Wild- und Haussäugetiere. Fleischfresser werden kaum befallen. Gelegentlich wurde diese Zecke auf Vögeln, sehr selten auf Nichtvertebraten gefunden (ROBINSON, 1926; HOOGSTRAAL, 1956; MOREL, 1958; ELBL und ANASTOS, 1966).

Das Verbreitungsgebiet des Parasiten in Afrika wird im Norden und Süden von den beiden 12. Breitengraden begrenzt und reicht von Küste zu Küste (HOOGSTRAAL, 1956; ELBL und ANASTOS, 1966). Außerhalb Afrikas wurde die Zecke auf Sansibar, Madagaskar, Mauritius (HOOGSTRAAL, 1956), Réunion und den Komoren (MOREL, 1958) gefunden. AL-MEZAINI (1970) konnte sie vereinzelt an der Ostküste Saudi-Arabiens nachweisen. KAISER und Mitarb. (1974) fanden die Zecke bei Untersuchungen an Zugvögeln auf Zypern. Weiterhin kommt Amblyomma variegatum auf den Antillen (MOREL, 1958) vor.

Im Rahmen ökogeographischer Untersuchungen über die Verbreitungsmöglichkeiten verschiedener Zeckenarten gibt THEILER (1964) neben Vegetation sowie Luft- und Bodentemperatur die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge als limitierenden Faktor an. ELBL und ANASTOS (1966) bezeichnen die Trockenheitstoleranz von Amblyomma variegatum als entscheidendes Kriterium für ihre Verbreitung und betrachten ein Jahresmittel von 500 mm Niederschlag und mehr als günstige Voraussetzung.

Einen Hinweis auf die Hygrophilie dieser Zeckenart geben WILSON (1953) und HOOGSTRAAL (1956), indem sie ihr isoliertes Vorkommen in räumlich eng begrenzten Biotopen, die im Regenschatten von Bergen oder Gebirgszügen liegen, erwähnen. In Ostafrika führte WALKER (1970) Untersuchungen über Amblyomma variegatum unter ökologischen Aspekten durch. Danach beträgt die Niederschlagsmenge für das Vorkommen dieser Zecke 620 - 750 mm. PEGRAM (1976) fand

bei Untersuchungen in Somalia eine Verbreitung von *Amblyomma variegatum* in Gegenden mit 400 mm Jahresniederschlag, die auf zwei Regenzeiten verteilt fielen. Er gibt diese Menge als unterste Toleranzgrenze für ein Auftreten dieses Parasiten an.

YEOMAN und WALKER (1967) fanden in Tansania die Zecke noch in Gebieten mit 375 mm Niederschlag, berichten aber, daß die Infestationsrate in Gegenden mit weniger als 750 - 1000 mm Niederschlag sehr niedrig ist. YEOMAN (1968) konnte in Tansania bei Querschnittsuntersuchungen durch mehrere Niederschlagszonen, die vom Viktoria-See ins Landesinnere reichten, feststellen, daß die Infestationsrate kontinuierlich mit der Niederschlagsmenge abnimmt. Die Infestationsrate war bei 900 mm Niederschlag hoch und sank auf weniger als eine Zecke pro kontrolliertem Rind in Gebieten mit 640 mm Niederschlag, der allerdings im Zeitraum von nur 4 Monaten in einigen schweren Regengüssen fiel, während in der Trockenzeit hohe Temperaturen und sehr geringe Luftfeuchtigkeiten vorherrschten.

Die von AESCHLIMANN (1967) an der Elfenbeinküste durchgeführten Untersuchungen zeigten saisonale Schwankungen der Infestationsraten. Während der Befall von 392 untersuchten Tieren mit Arten der Gattungen *Boophilus*, *Hyalomma* und *Rhipicephalus* in der Regenzeit um das Zweieinhalbfache zunahm, stieg der Befall mit *Amblyomma variegatum* im Vergleich zur Trockenperiode um das Fünffache. PEGRAM (1976) konnte in Somalia ebenfalls ein vermehrtes Auftreten von *Amblyomma variegatum* zu Beginn und während der Regenzeit beobachten. ELBL und ANASTOS (1966) fanden in Kivu (Zaire) Nymphen und Weibchen vor allem während der Regenzeit (September bis Mai), Männchen hingegen überwiegend in der Trockenperiode. Das Geschlechtsverhältnis von ♂♂ : ♀♀ beträgt in Tansania nach YEOMAN (1968) in der Trockenzeit 14 : 1, während es im Jahresdurchschnitt 6,3 : 1 beträgt (Durchschnittlicher Befall: 40 - 50 ♂♂ und 7 - 8 ♀♀ pro Rind; Maximum: 199 ♂♂ und 26 ♀♀). Nach AESCHLIMANN (1967) ist das Geschlechtsverhältnis in der Trockenzeit 10 : 1, in der Regenzeit 1,6 : 1. Die Häufigkeit der Regenzeiten hat nach WILSON (1953) einen Einfluß auf die Anzahl der Zeckengenerationen pro Jahr. Eine Regenzeit pro Jahr ermöglicht die Entwicklung einer Generation, während (z.B. in Kenia und Uganda) bei zwei jährlichen

Regenzeiten zwei bis drei *Amblyomma variegatum* - Generationen auftreten können. MOREL (1958) berichtet, daß in der Guineazone Adulte während des ganzen Jahres zu finden und zwei Generationen pro Jahr möglich sind, während in der Sahel- und Sudanzone Adulte nur zu Beginn der Regenzeit gehäuft auftreten und lediglich ein Zyklus pro Jahr abläuft.

WALKER (1970) sowie ELBL und ANASTOS (1966) fanden die Zecke bis zu einer Meereshöhe von 2400 bzw. 2600 m. SMITH (1969) beobachtete mit zunehmender Meereshöhe eine deutliche Verringerung der Zecken.

Erste Versuche, den Lebenszyklus von *Amblyomma variegatum* im Labor nachzuvollziehen, wurden von NUTTALL (zit. ROBINSON, 1926) unternommen. Danach beträgt die Saugdauer von Weibchen bei 18°-20°C 11 - 20, bei 15°C 23 - 33 Tage. MOREL (1958) gibt die Saugdauer von Weibchen mit 1 - 2 Wochen an.

Die Präoviposition dauert 9 - 46 Tage (NUTTALL, zit. ROBINSON, 1926). Bei einer Temperatur von 22°-32°C dauert sie 12 - 15 Tage (AESCHLIMANN, 1967).

Die Oviposition erstreckt sich über 26 - 90 Tage, nach vollzogener Eiablage sterben die Weibchen innerhalb von 2 - 10 Tagen (NUTTALL, zit. ROBINSON, 1926). Bei 22°-32°C dauert die Oviposition über 25 Tage (AESCHLIMANN, 1967); dabei legen die Weibchen bis zu 14000 Eier. SMITH (1973) ermittelte durch Wiegen eine durchschnittliche Eizahl von sogar 15500.

Die Embryonalentwicklung dauert 16 - 31 Tage (NUTTALL, zit. ROBINSON, 1926). Nach AESCHLIMANN (1967) schlüpfen Larven bei 22°-32°C nach 40 - 46 Tagen. SMITH (1973) gibt bei 25°-27°C und 80%-90 % relativer Luftfeuchtigkeit 54 - 64 Tage an; die Schlupfrate lag bei 70 - 80 %. Larven und Nymphen benötigten bis zur Repletion weniger als eine Woche (MOREL, 1958). Männchen können 4 - 8 Monate auf dem Wirtstier verbringen; dort sterben sie auch (NUTTALL, zit. ROBINSON, 1926).

Angaben über den Lebenszyklus von *Amblyomma variegatum* im Labor wurden bisher von LEWIS (1932), WALKER (zit. HOOGSTRAAL, 1956) und ORELLI (zit. AESCHLIMANN, 1967) zusammengestellt; sie sind in Tabelle 1 aufgeführt.

	LEWIS (1932)	WALKER, zit. HOOGSTRAAL (1956)	ORELLI, zit. AESCHLIMANN (1967)
Larvenruhe	7	7 (25 ⁰ -27 ⁰ C)	20-21 (26 ⁰ C, 80 %)
Saugdauer	7	5	5
Häutung	22 (25 ⁰ -27 ⁰ C)	14	20-21
Nymphenruhe	7	7	20
Saugdauer	7	5	5-7
Häutung	24 (24 ⁰ -27 ⁰ C)	19	28-32
Adultenruhe	7	7	20
Saugdauer $\frac{\text{♀♀}}{\text{♂♂}}$	10	12	10-15
Präoviposition	18 (24 ⁰ -27 ⁰ C)	12	17
Oviposition bis Schlupf	86 (19 ⁰ -26 ⁰ C)	53	60
Gesamtdauer	195	141	185-218

Tab. 1: Angaben über den Lebenszyklus von *Amblyomma variegatum* unter Laborbedingungen (in der Literatur); Angaben in Tagen

III. Eigene Untersuchungen

A. Material und Methoden

Als Ausgangsmaterial für meine Versuche standen mir 150 vollgesogene *Amblyomma variegatum* - Weibchen (Stamm Togo, seit 1972 im Labor gehalten) mit Eigelegen zur Verfügung. Aus einigen Gelegen waren bereits Larven geschlüpft. Die Larven und Nymphen wurden bisher an Kaninchen, die Adulten an Rindern gefüttert. Die Haltung dieser Zecken, die Nachzucht und die für die Versuche nötige Vorratshaltung erfolgten im Labor bei einer Temperatur von 28°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90 %.

Als Wirtstiere für die verschiedenen Entwicklungsstadien dienten 2 Rinder, 6 Schafe, 20 Bastardkaninchen und eine größere Zahl von NMRI-Mäusen. Die Rinder wurden in einem Anbindestall gehalten, die Schafe einzeln oder zu zweien in Boxen und die Kaninchen in Einzelkäfigen. Die Mäuse saßen während der Fütterung der Zecken in Glaszylindern von 20 cm Höhe und 15 cm Durchmesser auf Einstreu (Weichholzgranulat). Die Gläser wurden mit Gaze von 0,1 mm Maschenweite und Gummiringen verschlossen.

Die Wiederkäuer erhielten Heu und Kraftfutter, die Nager Standardfutter (Altromin-Haltungsdiät) und Wasser nach Belieben. Die Temperatur in den Ställen betrug 22⁰⁺ - 4⁰C und die relative Luftfeuchtigkeit 60 - 70 %.

Das Füttern der Zecken geschah bei Kaninchen an den Ohren, bei Schafen und Rindern an den Ohren und auf dem Rücken. Die Ohren wurden dazu mit Leinenbeuteln umgeben, die am Ohransatz mit Klebeband festgeklebt und mit Gummiringen verschlossen wurden. Rindern und Schafen klebte ich, ähnlich der von THEIS (1968) beschriebenen Methode, durchsichtige Plastikbehälter von 8 x 5 x 3 cm Größe, deren Böden bis auf einen 1 cm breiten Rand herausgeschnitten waren, mit Kontaktkleber (Fastbond 10[®]) auf den Rücken. Um den notwendigen Gasaustausch zu gewährleisten und Kondenswasserbildung in den Behältern zu verhindern, schnitt ich die Deckel in der gleichen Weise aus und verklebte die Öffnungen mit Planktongaze. Die Behälter wurden 2 Tage vor der Benützung auf-

geklebt, um eine eventuelle Schadwirkung durch Lösungsmitteldämpfe des Kontaktklebers auf die Zecken zu verhindern.

Den Mäusen legte ich Halskragen aus steifem Karton um und brachte die Zecken auf Kopf und Rücken auf. Die von den Mäusen abgefallenen Zecken sammelte ich aus der Einstreu auf.

Vor und nach dem Saugen wurden die Zecken auf einer Analysenwaage gewogen. Unter dem Mikroskop wurden ferner mit Hilfe eines Meßokulars und eines Objektmikrometers ihre Länge (einschließlich des Hypostoms) und ihre Breite gemessen.

Die Haltung der Zecken während der avertebraten Entwicklungsphasen erfolgte in Rollrandgläschen (43 mm Höhe, 30 mm Durchmesser), die mit Wattestopfen verschlossen wurden. Zur Verhinderung von Pilzbefall gab ich in jedes Gläschen Filterpapierblättchen, die zuvor in 0,1 %ige Bradophen[®]-Lösung getaucht und getrocknet worden waren. Stark verunreinigte Zecken legte ich 3 Minuten lang in 0,03 %ige Bradophen[®]-Lösung, um einer Verpilzung vorzubeugen.

Meine Versuche führte ich bei 3 verschiedenen Temperaturen (30°, 20° und 15°C) sowie 3 verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeiten (98 %, 80 % und 70 %) durch.

Zur Herstellung dieser 9 Mikroklimare verwendete ich gesättigte Lösungen verschiedener Salze (WINSTON und BATES, 1960), die in Exsikkatoren bei bestimmten Temperaturen die gewünschten relativen Luftfeuchtigkeiten erzeugen. Die Gläschen mit den Zecken standen in den Exsikkatoren auf Siebplatten über den Salzlösungen.

In Tabelle 2 sind die Temperaturen, die verwendeten Salze und die resultierenden relativen Luftfeuchtigkeiten zusammengefaßt. Die Exsikkatoren bewahrte ich in Brutschränken, die auf die entsprechenden Temperaturen eingestellt waren, auf. Als Kontrollinstrumente dienten Thermographen und Hygrometer.

Zur Bestimmung der Überlebensfähigkeit nüchterner Larven setzte ich nach dem Schlupf je 120 - 150 Stück (30 pro Gläschen) den einzelnen Umweltbedingungen aus. Die Larven wurden täglich unter einem Binokular untersucht und die Zahl der Überlebenden festgestellt. Betrug die Überlebenszeit mehr als 10 Wochen, untersuchte ich anschließend einmal wöchentlich.

Salze	Temp.	rel. Luftfeuchte
$K_2Cr_2O_7$	30°C	97,5 %
$(NH_4)_2SO_4$		80,0 %
NaCl+KCl		71,0 %
K_2SO_4	20°C	98,0 %
$(NH_4)_2SO_4$		80,5 %
NaCl+KCl		70,0 %
K_2SO_4	15°C	99,0 %
$(NH_4)_2SO_4$		81,0 %
NH_4NO_3		70,0 %

Tab. 2: Übersicht über die verwendeten Salze und Temperaturen sowie die daraus resultierenden relativen Luftfeuchten

Eine Larve wurde als tot angesehen, wenn trotz Erwärmung, mehrmaligen Anhauchens (Stimulation durch CO_2) oder Berührung mit einer Präpariernadel keine Eigenbewegungen mehr induziert werden konnten (LONDT und WHITEHEAD, 1972; HAMEL und GOTHE, 1974).

In der selben Weise wurden die Versuche mit nüchternen Nymphen durchgeführt.

Die Überlebensfähigkeit der Adulten untersuchte ich nach Geschlechtern getrennt. Am Tag der Häutung verteilte ich pro Klima je 60 Männchen und Weibchen und kontrollierte sie nach den oben beschriebenen Kriterien im Abstand von 2 - 3 Tagen.

Die Zeitspanne vom Schlupf bis zur Bereitschaft anzubeißen (Larvenruhe) wurde für Larven als beendet angesehen, wenn die Tiere sich aktiv im Gläschen bewegten und an den Wänden hochstiegen. Für Nymphen gilt dasselbe ab dem Zeitpunkt ihrer Häutung (Nymphenruhe).

Die Dauer der Adultenruhe bestimmte ich, indem ich vom 1. bis zum

5. Tag nach der Häutung je 20 Männchen auf ein Rind in aufgeklebte Plastikbehälter setzte. Am nächsten Tag kontrollierte ich, wieviele Männchen pro Altersgruppe angebissen hatten. Den Versuch wiederholte ich auf die gleiche Weise mit Weibchen. 4 Tage vor dem Ansetzen der Weibchen besetzte ich jeden Behälter mit 20 älteren Männchen.

Die Saugdauer von Larven und Nymphen stellte ich fest, indem ich 7 Kaninchen mit je 1000 Larven und 7 Kaninchen mit je 300 Nymphen besetzte. Zur Standardisierung des Zeckenmaterials verwendete ich die Zecken stets 18 - 30 Tage nach dem Schlupf oder der Häutung. Um die Zecken zu zählen, saugte ich sie mit einer Vakuumpumpe in aufgeschnittene 2 ml - Plastikspritzen ein. Als Verschluss der Spritzen verwendete ich Planktongaze und Gummiringe. Durch Entfernen der Gaze und durch langsames Durchdrücken des Spritzenkolbens konnte ich die Zecken ohne Verluste auf die Wirtstiere aufbringen. Dieses Verfahren stellt eine Kombination der von KIGAYE und MATTHYSSE (1974) und PEIRCE und HAWMAN (1974) beschriebenen Verfahren dar.

Den Abfallverlauf bestimmte ich durch Entfernen der spontan abgefallenen, vollgesogenen Larven und Nymphen aus den Leinenbeuteln im Abstand von 2 Stunden.

Die Saugdauer der Weibchen untersuchte ich an Schafen und Rindern (30 Weibchen pro Ohr). 4 Tage vor den Weibchen setzte ich Männchen an die Ohren der Wirtstiere, da im allgemeinen Männchen der Gattung Amblyomma einige Tage gesaugt haben müssen, um geschlechtsreif und somit für die Weibchen attraktiv zu werden (GLADNEY und Mitarb., 1970; NORVAL, 1974; NORVAL und CAPITINI, 1974). Die vollgesogenen, abgefallenen Weibchen wurden täglich aus den Leinenbeuteln entnommen.

Aufschlüsse über einen eventuellen Einfluß der Wirtstierart auf die Saugdauer und das Gewicht der Zecken versuchte ich zu bekommen, indem ich zusätzlich Larven auf NMRI-Mäusen (500 pro Maus) und Nymphen auf Schafen (500 pro Schaf) saugen ließ. Das Absammeln der Zecken von Mäusen und Schafen erfolgte täglich morgens und abends.

Zur Ermittlung der Saugdauer, die die Männchen bis zum Eintritt ihrer Geschlechtsreife benötigen, setzte ich einem Schaf 4 Gruppen von 20 Tage alten Männchen in Plastikbehältern auf den Rücken. Die Männchengruppen ließ ich 1 - 4 Tage saugen. Danach gab ich in jeden Behälter die gleiche Anzahl von Weibchen und kontrollierte am folgenden Tag, wieviele Weibchen auf Grund der eingetretenen Geschlechtsreife der Männchen angebissen hatten. Als Kontrollgruppe dienten 20 Weibchen, die in einem Behälter ohne Männchen saßen.

Die Kopulationshäufigkeit und die Überlebensdauer von Männchen auf dem Wirt untersuchte ich, indem ich einer Gruppe von Männchen (30 Stück), die an einem Rinderohr gefüttert wurden, stets neue Chargen von Weibchen zusetzte. Die Eigelege dieser Weibchen wurden bis zum Schlupf der Larven bebrütet und dienten somit als Beweis einer fertilen Kopulation.

Die Präovipositionszeit bestimmte ich durch Beobachtung von 30 bis 37 vollgesogenen Weibchen in jedem Klimabereich. Die Weibchen hielt ich einzeln in Gläsern und kontrollierte sie täglich. Nach Beginn der Oviposition saßen die Weibchen ungestört und wurden nach Beendigung der Eiablage aus den Gläsern entfernt. Daraus ergab sich die Dauer der Oviposition.

Den Ovipositionsverlauf ermittelte ich durch Wiegen sowie durch Auszählen der Tagesgelege von je 7 Weibchen bei 30°C und 98 % r.L. und 9 Weibchen bei 20°C und 98 % r.L. während der gesamten Eiablage.

Die Dauer der Embryonalentwicklung untersuchte ich an Tagesgelegen, wozu ich Weibchen während der Oviposition täglich in neue Gläser umsetzte. Die Eier wurden bei täglicher Kontrolle bis zum Schlupf bebrütet. In diesem Versuch wurde auch der Schlupfverlauf an den einzelnen Tagesgelegen beobachtet. Nach Beendigung des Schlupfes tötete ich die Larven mit Chloroform und bestimmte die Schlupfrate durch Auszählen.

B. Ergebnisse

1. Larven und Nymphen

Ungesogene Larven wogen in einem Alter von 20 - 21 Tagen durchschnittlich 0,059 mg ($s = 0,002$; $n = 10000$, in Gruppen zu 500 Stück gewogen). Ihre Länge betrug 0,86 mm ($s = 0,05$; $n = 100$) und ihre Breite 0,55 mm ($s = 0,04$; $n = 100$). Gesogene Larven hatten am Abfalltag ein Gewicht von 2,15 mg ($s = 0,46$; $n = 100$), eine Länge von 2,18 mm ($s = 0,12$; $n = 100$) und eine Breite von 1,62 mm ($s = 0,09$; $n = 100$).

Nüchterne, 20 - 21 Tage alte Nymphen hatten ein mittleres Gewicht von 0,85 mg ($s = 0,01$; $n = 150$, in Gruppen zu 3 Stück gewogen). Sie waren durchschnittlich 2,66 mm ($s = 0,37$; $n = 100$) lang und 1,71 mm ($s = 0,20$; $n = 100$) breit. Gesogene Nymphen wogen nach dem Abfallen 46,33 mg ($s = 9,38$; $n = 345$), hatten eine Länge von 6,05 mm ($s = 0,59$; $n = 345$) und eine Breite von 4,78 mm ($s = 0,41$; $n = 345$).

Larven erhöhten während des Saugens ihr Gewicht um das 36fache, Nymphen um das 54fache.

Nach dem Schlupf der Larven und der Häutung der Larven zu Nymphen folgte eine Ruhephase (Larvenruhe und Nymphenruhe). Der Körper und die Beine der Zecken waren zunächst spärlich pigmentiert. Nach 2 - 3 Tagen nahmen die Pigmentierung und Chitinisierung am Körper zu, und nach weiteren 2 Tagen verfärbten sich die Beine ebenfalls vom hellen Gelb zu einem dunklen Braun.

Bei 30°C (Tab. 3) und 20°C dauerte dieser Prozess bei Larven 6 - 7, bei Nymphen 6 - 8 Tage. Danach begann eine aktive Bewegungsphase, die Parasiten drängten sich am oberen Rand des Gläschens in Wartestellung zusammen. In dieser Phase setzten Larven und Nymphen zunächst weiße, nach weiteren 3 - 4 Tagen schwarze Exkremente ab. Bei 15°C schritt die Pigmentierung kaum merklich voran. Eine Aktivität bzw. ein Absetzen von Exkrementen konnten nicht beobachtet werden.

Die Überlebensdauer nüchterner Larven und Nymphen war bei Temperaturen von 30°, 20° und 15°C bei 98 % r.L. am längsten. Larven überlebten bei dieser rel. Luftfeuchte bei 30°C durchschnittlich

Temperatur		30°C		
rel. Luftfeuchte		98 %	80 %	70 %
Larvenruhe		7	6	6
Über-	Min.	11	1	1
lebens-	Mw. (s)	90,5 (44,4)	10,7 (6,5)	2,6 (1,3)
dauer	Max.	140	25	6
Saugdauer		5 - 8 Tage am Kaninchen		
Häutung	Min.	12	11	11
der Larven	Max.	15	15	15
Nymphenruhe		7	6	8
Über-	Min.	112	49	10
lebens-	Mw. (s)	208,2 (37,9)	95,3 (22,3)	23,6 (10,9)
dauer	Max.	252	133	58
Saugdauer		5 - 8 Tage am Kaninchen		
Häutung	Min.	17	17	17
der	Mw. (s)	22,5 (3,3)	19,2 (1,4)	19,7 (1,3)
Nymphen	Max.	29	21	21
Adultenruhe		1 - 5 Tage		
Über-	Min.	156	65	37
lebens-	Mw. (s)	-	111,3 (19,2)	66,1 (10,7)
dauer ♂♂	Max.	über 360	151	83
Über-	Min.	160	75	40
lebens-	Mw. (s)	-	110,8 (17,5)	63,5 (11,5)
dauer ♀♀	Max.	über 360	148	85
Saug-	Min.	8		
dauer	Mw. (s)	12,9 (3,9) am Rind		
♀♀	Max.	24		
Prä-	Min.	6	9	8
ovi-	Mw. (s)	10,4 (2,4)	11,0 (2,6)	11,7 (2,4)
position	Max.	17	18	18
Ovi-	Min.	15	15	14
posi-	Mw. (s)	23,2 (3,8)	24,4 (4,3)	23,3 (4,2)
tion	Max.	30	34	32
Embryonal-	Min.	42	54	kein Schlupf
ent-	Mw.	58,2	58,7	
wicklung	Max.	72	65	
Zyklus-	Min.	125	137	unvollständiger Zyklus
dauer	Max.	über 955	502	

Tab. 3: Der Lebenszyklus von *Amblyomma variegatum* bei 30°C und 98, 80 und 70 % rel. Luftfeuchte (Angaben in Tagen)

12,9 Wochen, bei 20°C 19,3 und bei 15°C 13,2 Wochen. Die Nymphen lebten unter diesen Bedingungen etwa doppelt so lange (Abb.1).

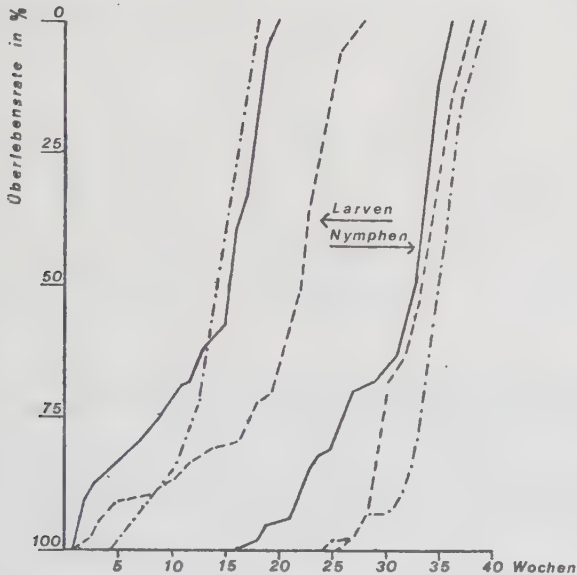


Abb.1: Die Überlebensfähigkeit von Larven und Nymphen bei 98 % rel. Luftfeuchte und 30°C (—), 20°C (---) sowie 15°C (---)

Die relative Luftfeuchte von 80 % wirkte sich auf die Überlebensdauer wesentlich ungünstiger aus. Bei 30°C waren Larven nach durchschnittlich 10,7 Tagen, bei 20°C nach 9,4 und bei 15°C nach 10,4 Tagen tot. Nymphen reagierten auf die rel. Luftfeuchte von 80 % nicht so empfindlich. Sie lebten bei 30°C etwa 9mal, bei 20°C 15mal und bei 15°C 5mal länger als Larven (Abb.2).

Bei 70 % r.L. überlebten die Larven bei 30°C durchschnittlich 2,6, bei 20°C 7,2 und bei 15°C 10,4 Tage.

Die Lebensdauer von Nymphen bei 30°C war 9mal höher als die der Larven. Bei einer Temperatur von 20° sowie 15°C überlebten Nymphen 5mal länger als Larven. (Abb.3).

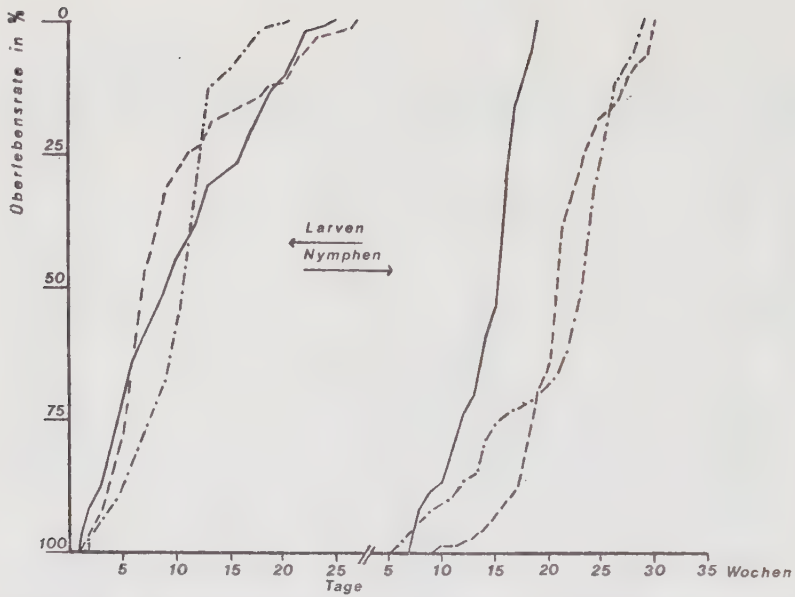


Abb.2: Die Überlebensfähigkeit von Larven und Nymphen bei 80 % rel. Luftfeuchte und 30°C (—), 20°C (---) sowie 15°C (---)

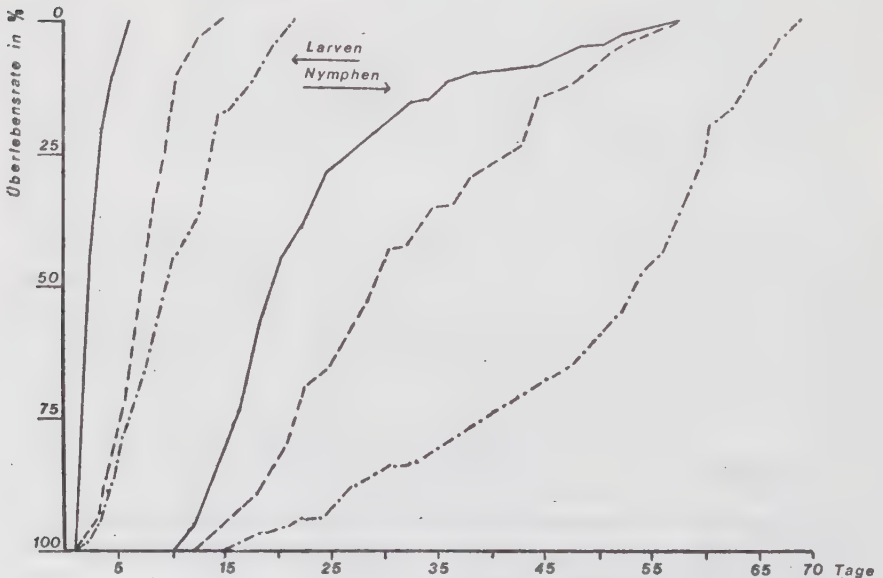


Abb.3: Die Überlebensfähigkeit von Larven und Nymphen bei 70 % rel. Luftfeuchte und 30°C (—), 20°C (---) sowie 15°C (---)

Deutliche Zeichen von Austrocknung konnte ich bei 70 % r.L. beobachten. Die Beine verfärbten sich von distal her schwarzbraun und die Bewegungsfähigkeit nahm ab. Bei 80 % r.L. war dies nicht so deutlich zu beobachten, bei 98 % r.L. starben die Zecken ohne sich sichtbar verändert zu haben.

Die Saugdauer und den Abfallverlauf von Larven und Nymphen untersuchte ich an jeweils 7 Kaninchen. Der überwiegende Teil der Larven hatte sich bis zum 6. Tag vollgesogen. Die Nymphen fielen zu annähernd gleichen Teilen am 5. und 6. Tag nach dem Ansetzen ab. Am 7. und 8. Tag lösten sich die restlichen Larven und Nymphen hauptsächlich während der Vormittagsstunden von den Kaninchen. Nachts sanken die Abfallraten stets unter 1 % ab, der Tag-Nacht-Rhythmus des Abfallens ist in Abb. 4 dargestellt.

Zecken, die schon nach 5 Tagen abgefallen waren, wogen ebensoviel wie solche, die 8 Tage lang gesaugt hatten; somit hatte die Saugdauer keinen Einfluß auf das Gewicht der abfallenden Zecken, auch der Ansatzzeitpunkt (vormittags oder nachmittags) beeinflusste den Abfallrhythmus nicht. Die Abfallrate betrug 74,3 % für Larven und 73,0 % für Nymphen.

Vergleichend wurden Larven auf NMRI-Mäusen und Nymphen auf Schafen gefüttert. Die von diesen Wirtstieren gewonnenen Zecken unterschieden sich hinsichtlich ihrer Saugdauer und ihres Gewichts nicht signifikant ($p = 0,01$) von den an Kaninchen gefütterten.

Die Häutungsstarre trat bei 30°C und 98, 80 sowie 70 % r.L. bei Larven nach 3 - 4, bei Nymphen nach 5 - 7 Tagen ein. Larven blieben nach dem Abfallen vom Wirt bei 20°C und den 3 rel. Luftfeuchten 3 - 4, Nymphen noch 7 - 16 Tage mobil. Bei 15°C und 98, 80 sowie 70 % r.L. verfielen die gesogenen Larven und Nymphen statt in eine Häutungsstarre in eine Kältestarre, da ich nach langsamer Erwärmung auf 20° - 25°C bei Larven nach 2 Monaten, bei Nymphen nach 6 Monaten noch schwache Bewegungen der Beine sehen konnte.

Zur Häutung benötigten die Larven bei 30°C 11 - 15 Tage, bei 20°C 21 - 26 Tage (Tab. 4). Die Häutungsrate betrug bei beiden Temperaturen und den genannten 3 rel. Luftfeuchten 94 - 95 %.

Bei 15°C häuteten sich Larven nicht mehr, überlebten aber eine gewisse Zeitspanne; brachte man sie aus 15°C und 98 % r.L. nach

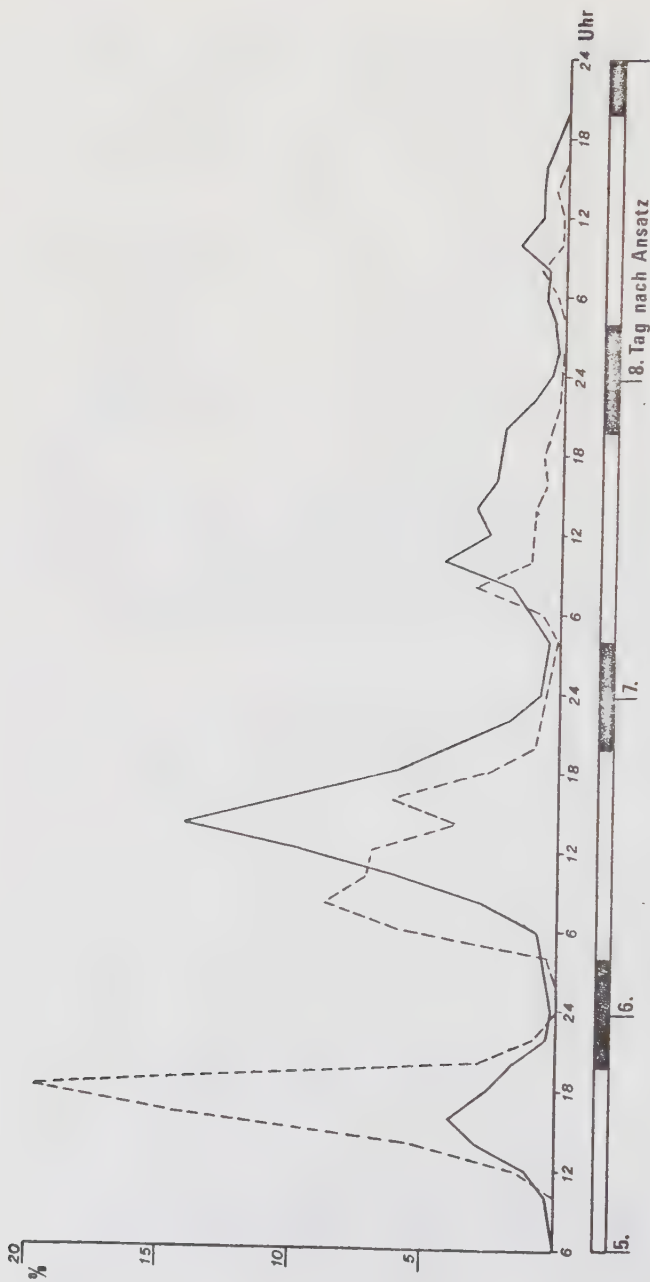


Abb.4: Der Verlauf des Abfallens von Larven (—) und Nymphen (---) von jeweils 7 Kaninchen
(Angaben in % der insgesamt abgefallenen Zecken)

einer Verweildauer von 40 bzw. 60 Tagen in ein Klima von 30°C und 98 % r.L. zurück, so häuteten sich noch 92 % bzw. 52 %. Brachte man sie nach den selben Zeiten aus einer Umwelt von 15°C und 80 % r.L. in ein Klima von 30°C und 98 % r.L., so häuteten sich noch 91 % bzw. 26 %. Aus 15°C und 70 % r.L. nach 40 bzw. 60 Tagen zurückgebracht, häuteten sich noch 91 % bzw. 21 %. Unabhängig davon, ob sie 40 oder 60 Tage bei 15°C und 98, 80 und 70 % r.L. gehalten worden waren, benötigten die Larven nach Überführung in 30°C und 98 % r.L. bis zur Häutung noch 10 - 15 Tage. Wurden sie 80 Tage lang bei einer Temperatur von 15°C gehalten und anschließend einer Temperatur von 30°C ausgesetzt, häutete sich keine der gesogenen Larven mehr, woraus folgt, daß sie alle abgestorben waren.

Die Häutung der Nymphen dauerte bei 30°C 17 - 29 Tage und bei 20°C 34 - 52 Tage. Die Häutungsrate betrug in beiden Temperaturbereichen 97 - 100 %.

Bei 15°C (Tab. 5) häuteten sich Nymphen nicht mehr, überlebten aber länger als Larven. Brachte man sie aus 15°C und 98 % r.L. nach 6 Monaten in eine Umwelt von 30°C und 98 % r.L. zurück, so häuteten sich noch 80 %. Aus einer Umwelt von 15°C und 80 % r.L. häuteten sich nach 6 Monaten noch 50 % und aus einer Umwelt von 15°C und 70 % r.L. nach dem Umsetzen in 30°C und 98 % r.L. nur noch 26 %. Die Häutungsdauer betrug in allen Fällen 12 - 20 Tage. Nach einer Verweildauer von 9 Monaten bei 15°C und 70, 80 und 98 % r.L. konnte nach anschließender Überführung in ein Klima von 30°C und 98 % r.L. keine Häutung mehr beobachtet werden, die gesogenen Nymphen waren abgestorben.

Temperatur		20°C		
rel. Luftfeuchte		98 %	80 %	70 %
Larvenruhe		7	7	6
Über-	Min.	12	1	1
lebens-	Mw. (s)	135,2 (50,1)	9,4 (6,1)	7,2 (2,7)
dauer	Max.	196	27	15
Saugdauer		5 - 8 Tage am Kaninchen		
Häutung	Min.	23	21	21
der Larven	Max.	26	26	26
Nymphenruhe		8	7	6
Über-	Min.	175	66	12
lebens-	Mw. (s)	225,4 (22,7)	144,2 (29,7)	33,9 (11,8)
dauer	Max.	266	210	58
Saugdauer		5 - 8 Tage am Kaninchen		
Häutung	Min.	35	34	34
der	Mw. (s)	42,1 (4,0)	37,6 (2,0)	37,7 (1,8)
Nymphen	Max.	52	43	41
Adultenruhe		1 - 5 Tage		
Über-	Min.	159	71	71
lebens-	Mw. (s)	-	152,2 (45,1)	97,3 (16,1)
dauer ♂	Max.	über 360	217	127
Über-	Min.	181	78	70
lebens-	Mw. (s)	-	154,3 (44,9)	100,5 (16,5)
dauer ♀♀	Max.	über 360	223	129
Saug-	Min.	8		
dauer	Mw. (s)	12,9 (3,9) am Rind		
♀♀	Max.	24		
Prä-	Min.	9	12	14
ovi-	Mw. (s)	19,2 (5,1)	20,5 (4,0)	20,2 (4,4)
position	Max.	29	31	32
Ovi-	Min.	20	19	24
posi-	Mw. (s)	33,2 (5,2)	32,6 (5,3)	32,0 (5,1)
tion	Max.	46	45	45
Embryonal-	Min.	83	98	kein Schlupf
ent-	Mw.	99,0	101,0	
wicklung	Max.	116	105	
Zyklus-	Min.	204	217	unvollständiger Zyklus
dauer	Max.	über 1131	750	

Tab. 4: Der Lebenszyklus von *Amblyomma variegatum* bei 20°C und 98, 80 und 70 % rel. Luftfeuchte (Angaben in Tagen)

Temperatur		15°C		
rel. Luftfeuchte		98 %	80 %	70 %
Larvenruhe		keine Aktivität		
Über-	Min.	29	2	1
lebens-	Mw. (s)	92,2 (24,3)	10,5 (3,9)	10,4 (5,1)
dauer	Max.	126	21	22
Saugdauer		5 - 8 Tage am Kaninchen		
Häutung	Min.	keine Häutung		
der Larven	Max.			
Nymphenruhe		keine Aktivität		
Über-	Min.	168	35	15
lebens-	Mw. (s)	235,9 (20,4)	141,5 (43,6)	51,6 (13,7)
dauer	Max.	273	203	69
Saugdauer		5 - 8 Tage am Kaninchen		
Häutung	Min.	keine Häutung		
der	Mw. (s)			
Nymphen	Max.			
Adultenruhe		keine Aktivität		
Über-	Min.	154	57	75
lebens-	Mw. (s)	202,1 (20,9)	147,9 (53,1)	152,8 (36,9)
dauer ♂♂	Max.	243	221	198
Über-	Min.	151	71	70
lebens-	Mw. (s)	202,1 (23,1)	159,2 (45,1)	132,3 (44,1)
dauer ♀♀	Max.	238	224	189
Saug-	Min.	8 12,9 (3,9) am Rind 24		
dauer	Mw.(s)			
♀♀	Max.			
Prä-	Min.	keine Oviposition		
ovi-	Mw. (s)			
position	Max.			
Ovi-	Min.	keine Embryonal- entwicklung		
posi-	Mw. (s)			
tion	Max.			
Embryonal-	Min.	keine Embryonal- entwicklung		
ent-	Mw.			
wicklung	Max.			
Zyklus-	Min.	unvollständiger Zyklus		
dauer	Max.			

Tab. 5: Der Lebenszyklus von Amblyomma variegatum bei 15°C und 98, 80 und 70 % rel. Luftfeuchte (Angaben in Tagen)

2. Adulte

Das Geschlechtsverhältnis von ♂♂ : ♀♀ war 1 : 1,058 (n = 2262). Bei der Häutung der vollgesogenen Nymphen zu Adulten zeigte sich, daß die Geschlechtsanlage der Zecken das Repletionsgewicht beeinflusste. Wogen die Nymphen nach der Repletion 20 - 39,9 mg, ergab sich nach deren Häutung ein Geschlechtsverhältnis von 10 : 1 zugunsten der Männchen. Im Bereich von 40 - 49,9 mg betrug es 1 : 2,5 zugunsten der Weibchen. Nymphen mit einem Gewicht von 50 mg und mehr häuteten sich ausschließlich zu Weibchen. Die Dauer der Metamorphose von Nymphen zu Adulten war geschlechtsabhängig; 433 gesogene Nymphen, die am gleichen Tag abgefallen waren, beobachtete ich bis zur Häutung. Dabei stellte ich fest, daß Nymphen mit männlicher Geschlechtsanlage durchschnittlich nach 21,1 Tagen (s = 2,4) gehäutet waren (Abb.5). Nymphen mit weiblicher Geschlechtsanlage benötigten dagegen mit 23,7 Tagen (s = 1,9) durchschnittlich 2,6 Tage länger bis zur Häutung. Dieser Unterschied war signifikant (p = 0,01). Die Häutungsdauer war nicht abhängig vom Gewicht der gesogenen Nymphen.

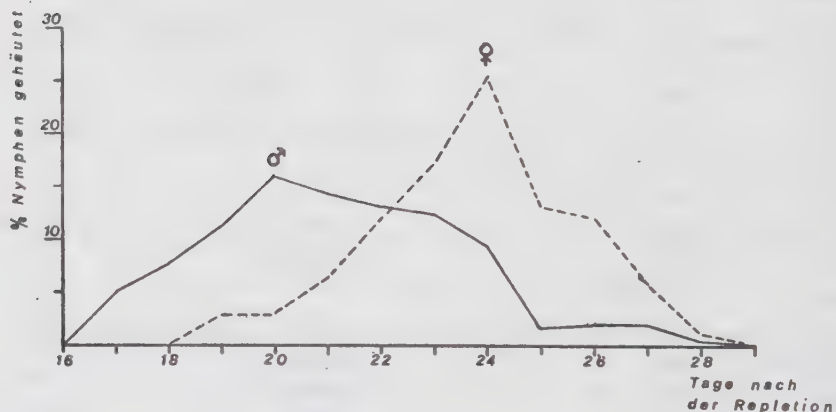


Abb.5: Unterschiedliche Häutungsdauer gesogener Nymphen mit männlicher und weiblicher Geschlechtsanlage

Ungesogene Männchen wogen in einem Alter von 20 - 21 Tagen 15,9 mg ($s = 3,6$; $n = 100$). Ihre Länge betrug 5,05 mm ($s = 0,40$; $n = 100$) und ihre Breite 3,64 mm ($s = 0,26$; $n = 100$). Ungesogene Weibchen gleichen Alters wogen 25,4 mg ($s = 3,9$; $n = 100$), waren 6,06 mm ($s = 0,66$; $n = 100$) lang und 4,08 mm ($s = 0,28$; $n = 100$) breit.

Nach der Häutung folgte bei 30° und 20° eine Adultenruhe, in der die Zecken zunächst weiße, dann schwarze Exkremente ausschieden. In diesem Zeitraum schritten die Pigmentierung und Chitinisierung schnell voran. Das Scutum des Männchens erhielt die kupferfarbene Ornamentierung, die Beine beider Geschlechter wurden schwarz und gelb gebändert. Bei einer Temperatur von 15° blieben die Zecken starr und setzten keinen Kot ab. Das Verfärben und Erhärten der Beine dauerten länger als 8 Tage.

Die Dauer dieser Ruhephase von Männchen und Weibchen ermittelte ich, indem ich je 20 Stück nach dem Häuten in Plastikbehälter auf den Rücken eines Rindes setzte. Da Weibchen nur anbeißen, wenn geschlechtsreife Männchen vorhanden sind, und diese erst nach Blutaufnahme auf dem Wirt geschlechtsreif werden, hatte ich in den für die Weibchen vorgesehenen Behältern schon 4 Tage zuvor Männchen saugen lassen. Am 1.Tag nach der Häutung bissen 10 Männchen und 1 Weibchen, am 3.Tag 16 Männchen und 9 Weibchen und am 5.Tag alle Männchen und Weibchen an. Die Adultenruhe dauerte also 1 - 5 Tage.

Adulte Männchen und Weibchen unterschieden sich hinsichtlich ihrer Überlebensfähigkeit (Tabellen 3, 4 und 5) nicht signifikant ($p = 0,01$). Die folgenden Angaben beziehen sich auf die Gesamtheit der untersuchten Adulten.

Bei 98 % r.L. und 30° und 20° starben Adulte frühestens nach 156 bzw. 159 Tagen und lebten länger als 360 Tage. Bei 15° betrug die Überlebensdauer im Durchschnitt 202 Tage.

Die rel. Luftfeuchte von 80 % verkürzte die Überlebensdauer bei 30° auf durchschnittlich 111 Tage, bei 20° und 15° auf 153 bzw. 154 Tage.

Bei 70 % r.L. und 30° überlebten Imagines durchschnittlich noch 65 Tage, bei einer Temperatur von 20° betrug die mittlere Überlebensdauer 99, bei 15° 143 Tage.

Wie an den Larven und Nymphen, konnte ich auch an den Imagines bei 70 % r.L. deutliche Zeichen von Austrocknung beobachten. Die Beine verfärbten sich schwarzbraun, und die Zecken konnten nicht mehr an der Gläschenwand hochsteigen. Waren die Palpen vom Hypostom abgespreizt, zeigte dies den Tod der Adulten an.

Zur Ermittlung der Saugdauer, die die Männchen bis zum Eintritt der Geschlechtsreife (Attraktivität für ♀♀) benötigen, setzte ich einem Schaf 4 Gruppen von je 20 (20 Tage alten) Männchen in Plastikbehältern auf den Rücken. In jeden dieser Behälter kamen im Verlauf der folgenden 4 Tage nacheinander je 20 Weibchen gleichen Alters. Nachdem die Männchen 1 Tag gesaugt hatten, bissen 3 Weibchen, nach 2 Tagen 7, nach 3 Tagen 11 und nach 4 Tagen alle Weibchen an. Dies bedeutete, daß nach dem 1.Tag schon einzelne Männchen, nach 4 Tagen aber alle Männchen geschlechtsreif geworden waren.

In einem der Behälter saßen Weibchen ohne Männchen. Von diesen hatte auch nach 10 Tagen noch keines angebissen.

Nach dem Abfallen der Weibchen blieben die Männchen festgesogen und überlebten 8 - 9 Monate auf dem Wirt. Sie begatteten in dieser Zeit 7 gleich große Gruppen von Weibchen.

Die Weibchen saugten durchschnittlich 12,9 Tage (Tabellen 3, 4 und 5) am Rind und erreichten dabei ein mittleres Gewicht von 2,05 g ($s = 0,64$). Das schwerste Weibchen wog 4 g. Das Saugen geschah nach dem Anbiß sehr langsam, den größten Teil des Blutes nahmen die Weibchen während der letzten 2 - 3 Tage auf und vermehrten dabei ihr ursprüngliches Gewicht um den Faktor 81. Die Saugdauer hatte keinen Einfluß auf das Gewicht der vollgesogenen Weibchen, war jedoch am Schaf um durchschnittlich 2,3 Tage kürzer, das mittlere Gewicht um 0,53 g niedriger als am Rind (beide Werte signifikant; $p = 0,01$).

Die Präovipositionszeit dauerte bei 30°C und 98, 80 und 70 % r.L. (Tab. 3) 6 - 18, bei 20°C (Tab. 4) 9 - 32 Tage. Während der ersten 3 Tage nach dem Abfallen setzten die Weibchen weißen Kot ab, wenige Stunden vor Beginn der Oviposition sonderten die Weibchen aus den Areae porosae grünliches, nicht wasserlösliches Sekret an die Wand des Gläschens ab und klebten daran die Eier fest.

Dagegen konnte bei 15°C und den 3 verschiedenen rel. Luftfeuchten kein Absetzen von Kot und keine Bildung von Sekret beobachtet werden.

Bei *Amblyomma variegatum* - Weibchen, die nach dem Abfallen weniger als 0,54 g wogen, erfolgte keine Oviposition. Das Gewicht der vollgesogenen Weibchen korrelierte signifikant ($p = 0,01$) mit der Eizahl ($r = 0,92$) und mit dem Gelegegewicht ($r = 0,84$). Diese Abhängigkeiten sind in den Abbildungen 6 und 7 dargestellt. Die durchschnittliche Eizahl pro Weibchen war 8512 ($n = 42$), das durchschnittliche Eigewicht betrug 0,1 mg ($n = 128934$). Die Eier waren 0,74 mm ($s = 0,02$; $n = 100$) lang und 0,47 mm ($s = 0,01$; $n = 100$) breit. Gewicht und Größe der Eier waren nicht abhängig vom Gewicht der vollgesogenen Weibchen.

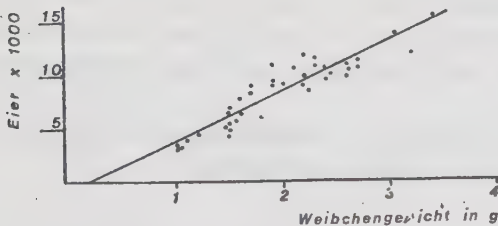


Abb.6: Regressionsgerade zwischen dem Gewicht der gesogenen Weibchen und der Eizahl

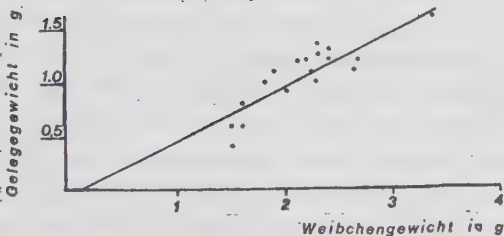


Abb.7: Regressionsgerade zwischen dem Gewicht der gesogenen Weibchen und dem Gelegegewicht

Die Oviposition war bei 30°C und 98 % r.L. nach frühestens 15, spätestens 30 Tagen beendet. Im Verlauf der Oviposition (Abb.8) stieg die Legeleistung bis zum 7. Tag und fiel ab dem 10. Tag kontinuierlich ab. Die mittlere Eizahl pro Tag betrug 367, die höchste Legeleistung pro Tag waren 919 Eier. Das mittlere Eigewicht (Abb.9) blieb mit 0,097 - 0,101 mg 17 Tage lang konstant. Die danach gelegten Eier wogen unter 0,095 mg, am letzten Tag sank das mittlere Gewicht pro Ei auf 0,075 mg ab.

Die Oviposition dauerte bei 20°C und 98 % r.L. (Tab. 4) 20 - 46 Tage. Der Ovipositionsverlauf (Abb.8) war unregelmäßig, ein Anstieg der Legeleistung war bis zum 17. Tag zu beobachten. Einige Weibchen unterbrachen die Legetätigkeit in unregelmäßigen Abständen für 1 - 2 Tage ganz oder legten weniger als 50 Eier pro Tag. Die mittlere Eizahl pro Tag war 256, die höchste Tagesleistung waren 831 Eier. Das durchschnittliche Gewicht der Eier (Abb.10) betrug während der ersten 20 Tage 0,099 - 0,106 mg, vom 20. - 33. Tag wogen die Eier 0,098 - 0,101 mg. In den letzten beiden Tagen der Oviposition sank das durchschnittliche Eigewicht auf 0,083 - 0,087 mg ab.

Bei 15°C legten die Weibchen keine Eier. Keines der Weibchen lebte bei dieser Temperatur länger als 6 Wochen.

3. Die Embryonalentwicklung

Die Embryonalentwicklung bei 30°C und 98 % r.L. (Tab. 3) dauerte durchschnittlich 58,2 (42 - 72) Tage. Von 22 Gelegen schlüpften aus 13 Gelegen Larven. Die mittlere Schlupfrate machte 40,4 % aus, der niedrigste Wert war 6,9 %, der höchste 62,5 %.

Bei 30°C und 80 % r.L. (Tab. 3) betrug die Entwicklungsdauer 58,7 (54 - 65) Tage. Von 28 Gelegen erfolgte ein Schlupf nur aus 4 Gelegen. Die Schlupfrate war 3,6 % im Durchschnitt und lag zwischen 0,03 % und 9,2 %. In den restlichen 24 Gelegen konnte ich embryonierte Eier erkennen, sie vertrockneten aber noch vor dem Schlupf.

Bei 30°C und 70 % r.L. (Tab. 3) konnte kein Schlupf mehr beobachtet werden. Die Eier vertrockneten schon nach wenigen Tagen.

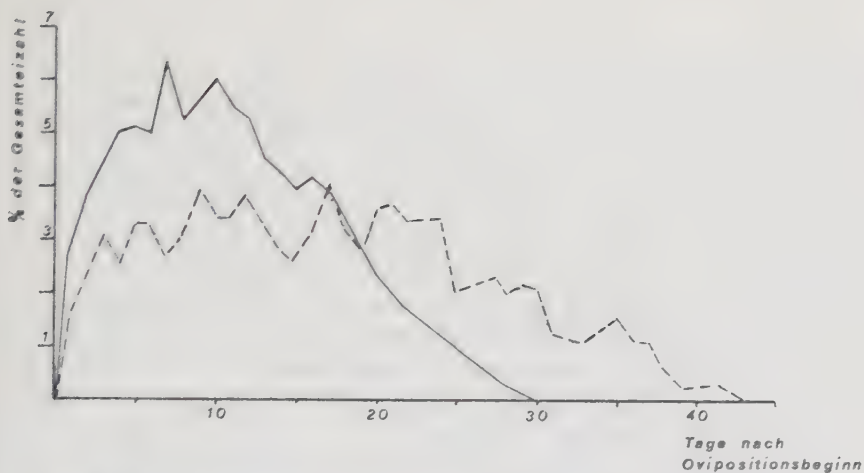


Abb. 8: Der Ovipositionsverlauf bei 30°C (—) und 20°C (---)
(Mittelwerte von 7 bzw. 9 Weibchen)

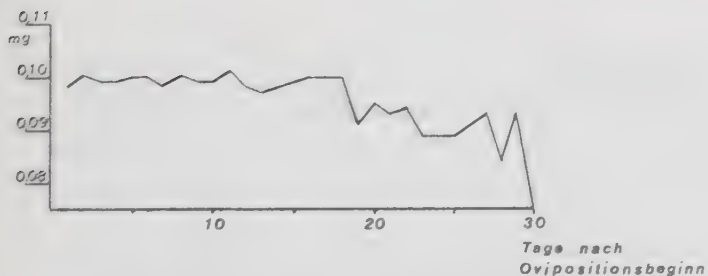


Abb. 9: Mittleres Eigewicht während der Oviposition bei 30°C

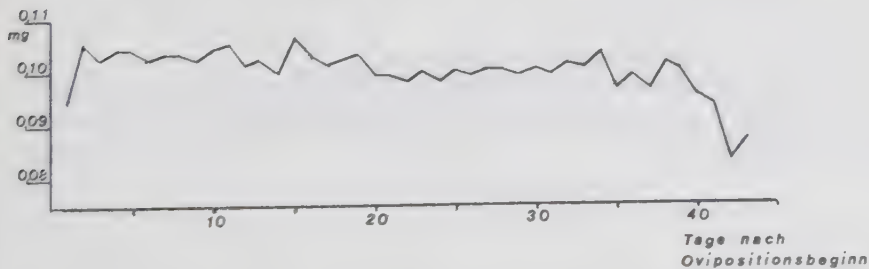


Abb. 10: Mittleres Eigewicht während der Oviposition bei 20°C

In einer Umwelt von 20°C und 98 % r.L. (Tab. 4) nahm die Embryogenese durchschnittlich 99,0 (83 - 116) Tage in Anspruch. Aus 14 von 26 Gelegen schlüpften Larven. Als mittlere Schlupfrate ermittelte ich 23,3 %, als geringste 6,4 % und als höchste 52,0 %. Die ersten Larven waren bei 20°C und 80 % r.L. (Tab. 4) nach 101,0 (98 - 105) Tagen zu sehen, der Schlupf konnte allerdings nur in 4 von 28 Gelegen beobachtet werden. Die Schlupfrate betrug durchschnittlich 6,0 %, ein Minimum von 3,4 % und ein Maximum von 8,2 % konnten festgestellt werden. Bei 20°C und 70 % r.L. vertrockneten alle Gelege. Bei 15°C (Tab. 5) fand bei allen genannten rel. Luftfeuchten keine Embryonalentwicklung mehr statt.

Der Schlupfverlauf entsprach unter den Bedingungen, unter denen er beobachtet werden konnte, dem Ovipositionsverlauf. Aus den einzelnen Tagesgelegen schlüpften die Larven nach Abschluß ihrer Entwicklung innerhalb von 1 - 3 Tagen aus.

4. Die Reproduktionskapazität

Eine Übersicht über die Reproduktionskapazität bei 30°C und 20°C und einer rel. Luftfeuchte von jeweils 98 % geben die Abbildungen 11a und 11b. Aus 1000 Eiern entstanden bei 30°C und 98 % r.L. 44,6 Gelege mit insgesamt 380 000 Eiern. Dies entsprach einer Vermehrung um den Faktor 380 in einer Generation. Bei 20°C und 98 % r.L. entstanden aus 1000 Eiern 22,9 Gelege mit insgesamt 195 000 Eiern. In dieser Umwelt vermehrten sich die Parasiten um den Faktor 195.

Die Reproduktionskapazität sank bei 30°C und 80 % r.L. stark ab; die Zecken vermehrten sich nur noch um den Faktor 9,7, bei 20°C und 80 % r.L. um den Faktor 13,7.

Sinkt die Temperatur auf 15°C oder die rel. Luftfeuchte auf 70 %, so ist eine Reproduktion der Zecke *Amblyomma variegatum* nicht mehr möglich.

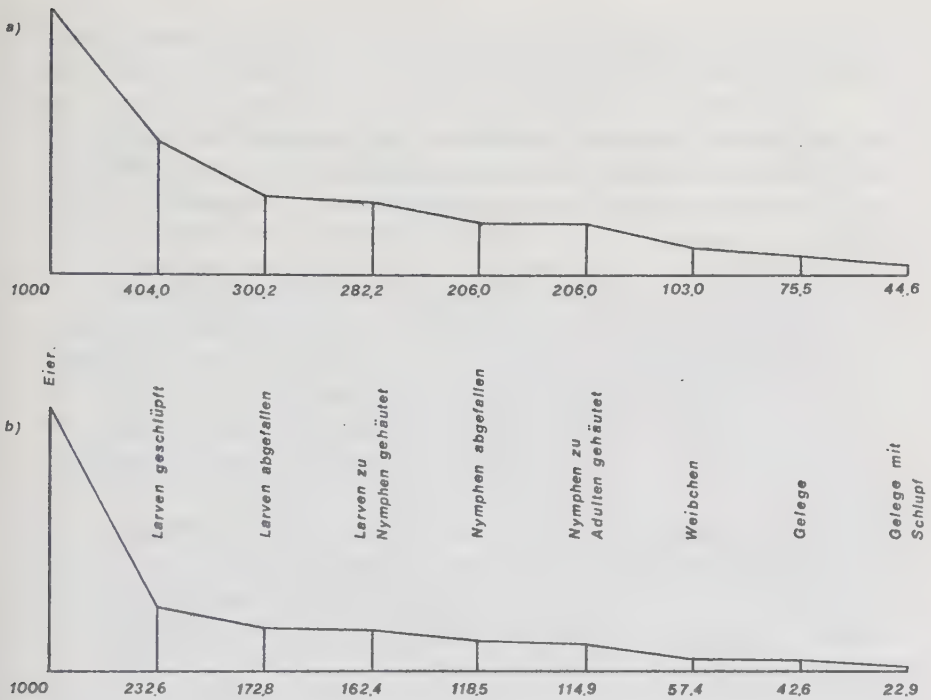


Abb.11: Die Reproduktionskapazität von *Amblyomma variegatum*

a) bei 30°C und 98 % rel. Luftfeuchte

b) bei 20°C und 98 % rel. Luftfeuchte

Übersichten über die minimale, die durchschnittliche und die maximale Dauer der einzelnen Entwicklungsphasen geben die Tabellen 3, 4 und 5.

IV. Besprechung der Ergebnisse

Die von WILSON (1953) und HOOGSTRAAL (1956) beschriebene Hygrophilie bzw. die geringe Trockenheitstoleranz (ELBL und ANASTOS, 1966) von *Amblyomma variegatum* veranlaßten mich, den Lebenszyklus dieser Zecke zunächst bei einer relativen Luftfeuchte von 98 % zu untersuchen. Mit einer Temperatur von 30°C sollte ein für die Entwicklung der Parasiten günstiges Milieu geschaffen werden. Der Gesamtzyklusdauer und der Reproduktionskapazität unter diesen günstigen Voraussetzungen stellte ich die Entwicklung bei relativen Luftfeuchten von 80 % und 70 % und bei Temperaturen von 20°C und 15°C gegenüber. Damit sollten die Grenzen der ökologischen Reaktionsbreite dieser Zeckenart unter Laborbedingungen gefunden werden.

Die Größenangaben von ROBINSON (1926) für Männchen und Weibchen stimmten mit den von mir ermittelten Werten überein.

Bei allen meinen Versuchen zur Überlebensfähigkeit nüchterner Larven, Nymphen und Adulter bestätigte sich die geringe Trockenheitstoleranz von *Amblyomma variegatum*.

Sinkende relative Luftfeuchten und steigende Temperaturen verkürzten die Überlebensdauer der Zecke. Diese Aussage gilt für den Temperaturbereich von 20°C- 30°C. Sinkt die Temperatur aber auf 15°C, liegt sie damit unter dem Wert, bei dem nüchterne Zecken noch überleben können. Der Tod kann in diesem Fall nicht nur durch zu geringe rel. Luftfeuchte, sondern auch durch Unterkühlung eintreten.

Die Saugdauer der Larven war auf NMRI-Mäusen und auf Kaninchen gleich. Da auch die Gewichte der vollgesogenen Larven nicht unterschiedlich waren, sind diese beiden Wirtstierarten für Larven gleich gut geeignet. Als Wirte für Nymphen verglich ich Kaninchen und Schafe und konnte ebenfalls keine Unterschiede feststellen. Die Adulter nutzten Schafe schlechter als Rinder; sie saugten am Rind um durchschnittlich 2,3 Tage länger und erreichten ein um 0,53 g höheres Repletionsgewicht. Dieser Unterschied läßt den Schluß zu, daß sich kleine Wiederkäuer als Wirtstiere für Adulter schlechter eignen als große; diese werden unter natürlichen Bedingungen auch bevorzugt befallen.

Geringe Unterschiede bezüglich der Saugzeiten und der Gewichte von Larven und Nymphen der Art *Amblyomma maculatum* fanden KOCH und HAIR (1975) bei ihren Versuchen mit Ratten, Beutelnattern, Präriehasen und Waschbären. Möglicherweise ergeben sich auch für Larven und Nymphen von *Amblyomma variegatum* unterschiedliche Werte bei Untersuchungen an anderen als den von mir verwendeten Wirtstierarten.

Der Abfallrhythmus der Larven und Nymphen dürfte in erster Linie vom Grad der Helligkeit beeinflusst werden. Die Temperaturschwankungen wirkten sich auf den Abfallverlauf offensichtlich nicht aus, da auch bei niedrigeren Durchschnittstemperaturen die selben Ergebnisse erzielt werden konnten. Außerdem dürften sich Temperaturschwankungen in den Leinenbeuteln, die die Ohren der Wirte umgaben, in wesentlich engeren Grenzen bewegen als im Stall. Am 5. Tag nach Ansatz fielen zwischen 6 und 20 Uhr 12,6 % der Larven und 43,7 % der Nymphen ab. Am 6. Tag lag die Abfallrate von Larven im selben Zeitraum bei 52,4 %, die der Nymphen bei 37,0 %. Der 7. Tag nach dem Ansetzen brachte von 6 bis 20 Uhr für Larven ein Ergebnis von 19,1 %, für Nymphen von 8,1 %. Der Rest der Zecken fiel am 8. Tag vor Einbruch der Dunkelheit ab.

In der Zeit zwischen 20 und 6 Uhr fielen in der ersten Nacht nur 2,4 % der Larven und 7 % der Nymphen ab, in der Nacht vom 6. zum 7. Tag 4,9 % der Larven und 2,2 % der Nymphen. Ähnlich niedrig war die Abfallrate auch in der Nacht zum 8. Tag. Dieser Tag-Nacht-Rhythmus war nicht abhängig von der Wirtstierart, da Larven von NMRI-Mäusen und Nymphen von Schafen ebenfalls tagsüber abfielen.

Das Abfallen bei Tageslicht könnte ein biologischer Nachteil sein, da im Schutz der Dunkelheit ein Versteck für die Häutung gefahrloser gefunden werden könnte. Eine Deutung ist schwer möglich, zumal HADANI und ZIV (1974) bei ihren Untersuchungen über den Abfallverlauf von Larven und Nymphen der Zeckenart *Hyalomma excavatum* feststellten, daß Larven tagsüber und Nymphen nachts abfallen. HADANI und ZIV (1974) vermuten eine endogene Steuerung dieses Vorganges.

Einen Einfluß der rel. Luftfeuchte auf die Metamorphosen der gesogenen Zecken konnte ich nicht beobachten. Die Häutungsrate war bei 98, 80 sowie 70 % r.L. gleich. Die Häutungsdauer wurde durch die Temperatur bestimmt. Hier zeigte sich eine Verkürzung der Entwicklung mit steigender Temperatur.

Bei 15°C hielten die Zecken ihren Entwicklungsprozess an. Nach einem Aufenthalt von 60 Tagen bei dieser Temperatur hatten sich gesogene Larven ebensoweit entwickelt wie nach 1 - 2 Tagen bei 30°C; gesogene Nymphen waren in ihrer Entwicklung nach 180 Tagen bei 15°C soweit fortgeschritten wie nach 5 Tagen bei 30°C.

Das Geschlechtsverhältnis der Adulten betrug nahezu 1 : 1. Das von AESCHLIMANN (1967) in der Trockenzeit mit 10 : 1, in der Regenzeit mit 1,6 : 1 und von YEOMAN (1968) im Jahresdurchschnitt mit 6,3 : 1 zugunsten der Männchen angegebene Geschlechtsverhältnis ist ein Resultat der längeren Saugdauer von Männchen. Da die Weibchen nach durchschnittlich 12,9 Tagen abfielen, die Männchen aber bei meinen Versuchen 8 - 9 Monate auf dem Wirt überlebten, und eine gleichstarke Befallsrate des Wirtes mit Männchen und Weibchen vorausgesetzt werden kann, erklärt sich damit die Überzahl der Männchen.

Eine Gruppe von Männchen konnte nacheinander 7 zahlenmäßig gleiche Gruppen von Weibchen begatten. Daraus ergibt sich, daß eine Überzahl von Männchen biologisch nicht notwendig ist, die Wahrscheinlichkeit der Partnerfindung für ein Weibchen aber mit der Anzahl der auf dem Wirt saugenden Männchen steigt.

Die Häutungsdauer gesogener Nymphen mit weiblicher Geschlechtsanlage war im Vergleich zu Nymphen mit männlicher im Durchschnitt um 2,6 Tage länger. Da Männchen ohnehin einen Vorsprung von 1 - 4 Tagen am Wirtstier benötigen, um geschlechtsreif zu werden, wäre die kürzere Häutungsdauer damit ausgeglichen. Diese Erklärung ist spekulativ, käme aber den biologischen Gegebenheiten durchaus entgegen.

Die Unabhängigkeit von der rel. Luftfeuchte konnte ich auch an gesogenen Weibchen während der Präoviposition und der Oviposition feststellen. Die Dauer dieser Entwicklungsabschnitte war allein durch die Temperatur bestimmt. Die Angaben von AESCHLIMANN (1967) zur Ovipositionsdauer konnten bestätigt werden.

Der Ovipositionsverlauf erreichte bei 30°C sein Maximum am 7. Tag und sank bis zum 30. Tag kontinuierlich ab; damit war er dem Ovipositionsverlauf von *Amblyomma cajennense* (DRUMMOND und WHETSTONE, 1975) und von *Amblyomma hebraeum* (NORVAL, 1974) sehr ähnlich. Nach den Angaben dieser Autoren erreichten die genannten Zeckenarten den höchsten Eiausstoß zwischen dem 6. und 8. Tag nach Ovipositionsbeginn; die Legeleistung sank danach ebenfalls kontinuierlich ab, und nach 28 - 32 Tagen hatten die Weibchen alle Eier gelegt.

Die Gesamteizahl, die von SMITH (1973) mit durchschnittlich 15 500 angegeben wird, lag bei meinen Versuchen fast um die Hälfte niedriger, das Maximum stimmte mit der von AESCHLIMANN (1967) angegebenen Zahl von 14 000 ebenfalls nicht überein, war aber bei meinen Zählungen mit 15 442 nur bei einem Weibchen höher. Diese Unterschiede könnten auf verschiedene Zeckenstämme zurückzuführen sein, da der von SMITH (1973) untersuchte Stamm ein ostafrikanischer, der Stamm von AESCHLIMANN (1967) und derjenige, der mir zur Verfügung stand, westafrikanische Stämme waren.

Die Embryonalentwicklung erwies sich als äußerst empfindlich gegen niedrige rel. Luftfeuchten. Da ein Schlupf bei 70 % r.L. nicht mehr stattfand und die Schlupfrate bei 80 % r.L. höchstens 9,2 % betrug, ist die Embryogenese die Entwicklungsphase, bei der der Entwicklungszyklus am ehesten unterbrochen werden kann. Die Dauer der Embryonalentwicklung stimmte mit den Angaben von LEWIS (1932), WALKER (zit. HOOGSTRAAL, 1956), ORELLI (zit. AESCHLIMANN, 1967), AESCHLIMANN (1967) und SMITH (1973) überein. Lediglich die Zeiten von NUTTALL (zit. ROBINSON, 1926), wonach Larven bereits nach 16 - 31 Tagen schlüpfen, konnte ich nicht bestätigen. Die kürzeste Entwicklungsdauer hatten Larven bei meinen Versuchen bei 30°C und 98 % r.L., benötigten dazu aber mindestens 42 Tage.

Die kürzeste Gesamtzyklusdauer beobachtete ich ebenfalls bei 30°C und 98 % r.L. Sie betrug 125 Tage. Demnach könnten 3 Generationen von *Amblyomma variegatum*, die nach WILSON (1953) pro Jahr möglich sind, nur dann auftreten, wenn unter natürlichen Bedingungen stets optimale Voraussetzungen für die Entwicklung der Zecke gegeben sind. Dies ist jedoch wegen der jahreszeitlichen

Schwankungen nicht der Fall. Dabei muß zudem vorausgesetzt werden, daß die Zecken unmittelbar nach Beendigung ihrer Ruhephasen einen Wirt finden. Unter Berücksichtigung dieser Umstände ist anzunehmen, daß kaum mehr als 2 Generationen pro Jahr auftreten können. Bei sehr geringem Angebot an Wirtstieren kann sich, sofern die äußeren Umstände für das Überleben der Zecke günstig sind, ein Zyklus über mehr als 3 Jahre erstrecken.

Eine Verschleppung der Zecke durch Zugvögel in den Mittelmeerraum ist nach KAISER und Mitarb. (1974) möglich. HOFFMANN (1974) setzt für eine Etablierung tropischer und subtropischer Zecken in gemäßigten Klimaten neben der gleichzeitigen Einschleppung einer großen Anzahl auch die Fähigkeit, bei Temperaturen von weniger als 15°C noch Mobilität zu zeigen, voraus. Als weitere Kriterien gibt er das Vermögen der Zecke, Winterdiapausen und unter ungünstigen Umständen auch Diapausen im Sommer einlegen zu können, an. Diese Voraussetzungen erfüllt *Amblyomma variegatum* nicht, so daß eine Ausbreitung der Zecke in gemäßigten Zonen nicht möglich ist.

Die Zucht der Zecken im Labor ist bei 30°C und 98 % r.L. am effektivsten. Die Reproduktionskapazität beträgt unter diesen Bedingungen 1 : 380, der Zyklus dauert 125 Tage. Trotz einzelner Verluste durch Verpilzung bei dieser hohen rel. Luftfeuchte ist von der Zucht bei niedrigerer rel. Luftfeuchte abzuraten, da die Reproduktionskapazität bei 80 % r.L. nur noch 1 : 10 beträgt. Die Vorratshaltung aller nüchternen Stadien von *Amblyomma variegatum* sollte bei 20°C und 98 % r.L. erfolgen. Besonders günstig ist die Vorratshaltung gesogener, ungehäuteter Zecken bei 15°C und 98 % r.L. Gesogene Larven können dabei 2 Monate, gesogene Nymphen 6 Monate aufbewahrt werden, wobei die Verluste höchstens 20 % betragen. Die Häutung der Larven erfolgt nach Erhöhen der Temperatur auf 30°C dann nach 10 - 15, die der Nymphen nach 12 - 20 Tagen.

V. Zusammenfassung

Der Lebenszyklus und die Reproduktionskapazität der Schildzecke *Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794) wurden bei Temperaturen von 30°C, 20°C und 15°C und relativen Luftfeuchten von 98 %, 80 % und 70 % im Labor untersucht.

Die minimale Zyklusdauer betrug bei einer Temperatur von 30°C und einer relativen Luftfeuchte von 98 % 125 Tage, die Zecken vermehrten sich um das 380fache; bei 80 % relativer Luftfeuchte dauerte der Zyklus mindestens 137 Tage, die Zahl der Zecken stieg aber nur noch um das 10fache.

Eine Temperatur von 20°C verlängerte die minimale Zyklusdauer bei 98 % relativer Luftfeuchte auf 204 Tage, die Zecken vermehrten sich dabei um den Faktor 195; bei 80 % relativer Luftfeuchte erstreckte sich der Zyklus über mindestens 217 Tage, der Vermehrungsfaktor betrug 14.

Bei einer Temperatur von 15°C oder bei nur 70 % relativer Luftfeuchte war eine Zeckenvermehrung nicht mehr möglich.

Für Larven erwiesen sich NMRI-Mäuse und Kaninchen, für Nymphen Kaninchen und Schafe als geeignete Wirtstiere. Es konnten keine Unterschiede bezüglich des Gewichts und der Saugdauer festgestellt werden. Der überwiegende Teil dieser Entwicklungsstadien fiel tagsüber von den Wirten ab. Adulte saugten auf Schafen durchschnittlich nur 10,6, auf Rindern jedoch 12,9 Tage und erreichten auf diesen ein um 0,53 g höheres Repletionsgewicht.

Summary

Investigations into the biology of the ixodid tick *Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794) under laboratory conditions.

Life cycle and reproduction capacity of the ixodid tick *Amblyomma variegatum* at temperatures of 30°C, 20°C and 15°C and at relative humidities of 98 %, 80 % and 70 % were studied under laboratory conditions.

The shortest life cycle, which extended over 125 days could be observed at 30°C and 98 % relative humidity, while it lasted 137 days at 30°C and 80 % relative humidity. In the first case ticks multiplied by the factor 380, in the second by 10.

At a temperature of 20°C and 98 % relative humidity the life cycle was completed within 204 days, requiring 217 days at 80 % relative humidity. The respective multiplication factors were 195 and 14.

At a temperature of 15°C or a relative humidity of 70 % only no reproduction of *Amblyomma variegatum* was possible.

Larvae fed equally well on NMRI-mice and rabbits as did nymphs on rabbits and sheep. The host species had no influence on drop-off weight and duration of engorgement. Most of these pre-imaginal stages dropped off during day-time, indicating a circadian rhythm. Adults engorged on sheep within 10.6 days, on cattle within 12.9 days; this caused a mean difference in the tick weights of 0.53 g.

VI. Literaturverzeichnis

1. Aeschlimann, A. (1967): Biologie et écologie des tiques (Ixodoidea) de Côte d'Ivoire.
Acta trop. 24, 281 - 405
2. Al-Mezaini, S. (1970): Untersuchungen über das Vorkommen von Zecken an Haus- und Nutztieren in den Zentral- und Ostregionen Saudi-Arabiens.
Vet.-med. Diss., Freie Universität Berlin
3. Drummond, R.O., T.M. Whetstone (1975): Oviposition of the Cayenne tick, *Amblyomma cajennense* (F.), in the laboratory.
Ann. Entomol. Soc. Am. 68, 214 - 216
4. Elbl, A., G. Anastos (1966): Ixodid ticks (Acarina, Ixodidae) of central Africa. 1. General introduction - Genus *Amblyomma* Koch 1844.
Ann. Mus. R. Afr. Cent. Sér. 8vo, s. Sci. Zool., 106 - 114
5. Gladney, W.J., R.O. Drummond, T.M. Whetstone, S.E. Ernst (1970): Effect of age on the attachment rate of the parasitic stages of the lone star tick, *Amblyomma americanum* (Linnaeus) (Acarina: Ixodidae), in the laboratory.
J. Med. Ent. 7, 92 - 95
6. Hadani, A., M. Ziv (1974): Tick - host relationships.
III. The effect of photoperiodic pre-conditioning on the circadian rhythm of "Drop-off" of engorged pre-imaginal stages of the tick *Hyalomma excavatum* (Koch, 1844) from the gerbil - *Meriones tristrami*.
Acta trop. 31, 89 - 94
7. Hamel, H.D., R. Gothe (1974): Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung und Überlebenszeit von *Rhipicephalus evertsi* evertsi Neumann, 1897.
Z. Parasitenk. 43, 209 - 219

8. Hoffmann, G. (1974): Adaption der Ixodoidea an ihre Umwelt.
II. Überwinterungsfähigkeit von Zecken und Verbreitungschancen subtropischer und tropischer Zecken in gemäßigten Klimaten.
Z. angew. Zool. 61, 367 - 372
9. Hoogstraal, H. (1956): African Ixodoidea. Vol. I: Ticks of the Sudan.
U.S. Naval Medical Research Unit No. 3, Cairo
10. Kaiser, M.N., Hoogstraal, H., Watson, G.E. (1974): Ticks (Ixodoidea) on migrating birds in Cyprus, fall 1967 and spring 1968, and epidemiological considerations.
Bull. ent. Res. 64, 97 - 110
11. Kigaye, M.K., J.G. Matthysse (1974): Testing acaricide susceptibility of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). II. Teabag method.
Bull. epiz. Dis. Afr. 22, 279 - 285
12. Koch, H.G., J.A. Hair (1975): The effect of host species on the engorgement, molting success, and molted weight of the Gulf Coast tick, *Amblyomma maculatum* Koch (Acarina: Ixodidae).
J. Med. Ent. 12, 213 - 219
13. Lewis, E.A. (1932): Some tick investigations in Kenya Colony.
Parasitology 24, 175 - 182
14. Londt, J.G.H., G.B. Whitehead (1972): Ecological studies of larval ticks in South Africa (Acarina: Ixodidae).
Parasitology 65, 469 - 490
15. Morel, P.C. (1958): Les tiques des animaux domestiques de l'Afrique occidentale française.
Rev. Elév. Méd. Vét. Pays trop. 11, 153 - 189
16. Norval, R.A.I. (1974): The life cycle of *Amblyomma hebraeum* Koch, 1844 (Acarina: Ixodidae).
J. ent. Soc. sth. Afr. 32, 357 - 367

17. Norval, R.A.I., L.A. Capitini (1974): The rate of feeding and spermatogenesis in *Amblyomma hebraeum* Koch, 1844 (Acarina: Ixodidae).
J. ent. Soc. s.th. Afr. 37, 393 - 401
18. Pegram, R.G. (1976): Ticks (Acarina, Ixodoidea) of the northern regions of the Somali Democratic Republic.
Bull. ent. Res. 66, 345 - 363
19. Peirce, M.A., R. Hawman (1974): A technique for the handling and application of Ixodid ticks to their mammalian host.
J. Med. Ent. 11, 230
20. Robinson, L.E. (1926): Ticks. A monograph of the Ixodoidea. Part IV. The Genus *Amblyomma*.
Cambridge University Press, 101 - 103 und 289 - 290
21. Smith, M.W. (1969): Variations in tick species and populations in the Bugisu district of Uganda. II. The effects of altitude, climate, vegetation and husbandry on the tick species and populations.
Bull. epizoot. Dis. Afr. 17, 77 - 105
22. Smith, M.W. (1973): The effect of immersion in water on the immature stages of the Ixodid ticks - *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann 1901 and *Amblyomma variegatum* Fabricius 1794.
Ann. Trop. Med. Parasit. 67, 483 - 492
23. Theiler, G. (1964): Ecogeographical aspects of tick distribution.
Ecological studies in southern Africa. Dr. W. Junk Publishers - The Hague, 284 - 300
24. Theis, J.E. (1968): A transparent chamber to facilitate tick studies on the host.
J. Med. Ent. 5, 236 - 237
25. Walker, J.E. (1970): Notes on the common tick species of East Africa.
Cooper Kenya, Nairobi. 3. Auflage, 13 - 18

26. Wilson, S.G. (1953): A survey of the distribution of the tick vectors of East Coast fever in East and Central Africa. Proc. 15th Int. Vet. Congr. Stockholm 1, 287 - 290
27. Winston, B.W., D.H. Bates (1960): Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology 41, 232 - 237
28. Yeoman, G.H. (1968): Field vector studies of epizootic East Coast fever. VI.- The occurrence of *Amblyomma variegatum* and *A. lepidum* in the East Coast fever zones. Bull. epizoot. Dis. Afr. 16, 183 - 203
29. Yeoman, G.H., J.B. Walker (1967): The Ixodid Ticks of Tanzania. Commonwealth Institute of Entomology, 53 - 57.

Herr Prof. Dr. Dr.h.c. J. Boch hat die Durchführung dieser Arbeit unter besten Bedingungen ermöglicht. Ihm gilt mein herzlicher Dank.

Für die wissenschaftliche Anleitung und die praktische Unterstützung bei den Versuchen bin ich Herrn Dr. Centurier zu großem Dank verpflichtet.

Für die technische Mithilfe bedanke ich mich bei Frl. Geiger. Ebenso danke ich Frl. cand. med. vet. Uta Umbach für ihre Hilfe bei der endgültigen Fertigstellung der Arbeit.

Lebenslauf

Am 25.1.1948 wurde ich als erstes Kind des Flugzeugbauingenieurs Erwin Klima und seiner Ehefrau Lilly, geborene Eisele, in Amstetten (Österreich) geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule von 1954 - 1958, dem Besuch des Bundesrealgymnasiums Amstetten von 1958 - 1966 und des 4. Bundesrealgymnasiums in Graz von 1966 - 1967 bestand ich im Oktober 1967 die Reifeprüfung.

Danach leistete ich als Einjährig - Freiwilliger im österreichischen Bundesheer meinen Wehrdienst ab.

Im Sommersemester 1969 begann ich das Studium der Tiermedizin in Gießen, wechselte im Wintersemester 1972 nach München, bestand hier am 13.5.1974 das tierärztliche Staatsexamen und erhielt am 16.7.1974 die Bestallung.

Von September 1974 bis April 1976 war ich als Assistent in der Praxis tätig.

Am 27.11.1970 erwarb ich die deutsche Staatsangehörigkeit.

